EXHIBIT 4

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

Certificate

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH at 2000 Hamburg filed a patent application with the German Patent and Trademark Office under the designation

"bit-rate reduction process"

on November 08, 1986 as a supplement to Patent Application P 36 31 252.5. -

The attached papers are a true and exact reproduction of the original documents of this patent application.

The attached summary, which is to be attached to the application, but does not form part of the application, corresponds to the original filed on November 08, 1986.

The application has temporarily received the symbols H 03 M 7/40, H 04 N 1/415 and H 04 N 7/133 of the International Patent Classification at the German Patent and Trademark Office.

Filing No.: P 36 38 127.6

Munich, August 26, 1987
The President of the German Patent and Trademark Office
pp
(signed)
Grüner

SUMMARY

Bit-rate reduction process

The bit-rate reduction process described can be applied when coding a signal which consists of a sequence of digitally represented signal values and contains a signal value A, which occurs most often in uninterrupted runs. These runs, together with the following signal value, which likewise may be the value A, are viewed as events which are to be allocated Huffman codewords.

So that, for example, in the case of video signals, the maximum length of the Huffman codewords remains restricted to 16 bits, the entirety of all events is divided into two areas, of which the first area solely consists of so-called codable events. Should an event fall, for example, into the second area, it is broken up into partial events, which all lie within the first area.

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH

DESCRIPTION

Bit-rate reduction process

The invention concerns a bit-rate reduction process when coding a signal, which consists of a run of a finite number of digitally represented signal values, and which contains a signal value A, which occurs most frequently in uninterrupted runs, whereby uninterrupted runs of signal values A with the length 0, 1, 2, etc., together with the signal value following the run or together with the signal value preceding the run, are allocated Huffman codewords.

In an article by Wen-Hsiung Chen and William K. Pratt (Chen, Wen-Hsiung and Pratt, William K.: Scene Adaptive Coder. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-32, No. 3, March 1984, S. 225-232) a coding of video signals is described which has the aim of transmitting video pictures of sufficient quality with as low a bit rate as possible. The coding is carried out in several steps. Firstly, sections of equal size from a video picture, represented by blocks of sample values of the pixels, are subjected to a discrete cosine transform. This transformation process concerns a

special two-dimensional Fourier transform. Following the transformation, a new block of numerical values (coefficients) emerges from the original block. This coefficient block has the characteristic that a large proportion of its elements - thus a large proportion of the coefficients - is virtually zero or exactly zero. A subsequent quantization of the coefficients then, as a rule, renders the majority of the elements zero, so that a subsequent Huffmann coding would already for that reason represent a considerable bit-rate reduction. The authors of the above-mentioned article achieve a further bit-rate reduction through the fact that they exploit the frequent occurrence of uninterrupted runs of zeros in the intermediate signal, in which the coefficients are serially arranged by means of a Huffman coding.

It is known that, in the case of a Huffman coding, in the case of which the codewords have different lengths, statistical properties of the signal to be coded are utilized. In the present case that means in particular that the frequency with which runs of zeros with the length 1, 2, 3, etc. occur in the above-mentioned intermediate signal is being investigated. The shortest Huffman codeword is then allocated to the sequence with the greatest frequency. The next greatest codeword is allocated to the sequence with the

next lowest frequency, and so on.

For the coding of the intermediate signal, in the above-mentioned article two Huffman code tables are required. From a first table it can be seen how the coefficients which are different from zero (quantized) are to be coded. Only the amounts are coded, because coefficients of an equal amount also occur with the same frequency. The signs are transmitted in a separate bit. From a second table it can be seen how the run length is to be coded. So that the codewords of one table can be differentiated from those of the other table when being decoded, a separate codeword, the so-called run length prefix, is used to indicate the coded run length.

An improved coding process is given in the German Patent Application with the filing number P 36 31 252.5. According to this application, the signal to be coded is broken up into events, which are typified by a two-dimensional table. In a horizontal direction, the amounts B of the coefficients are applied, beginning with Amount 1, and, in a vertical direction, the length L of uninterrupted runs of zeros (run length), beginning with the length 0. Each composite event, designated by being comprised of special values of L and B, is characterized by its relative frequency; a particular

event then inevitably results from the relative frequencies of the events, which is to be coded, for example, by three consecutive zeros followed by a coefficient with the amount 2.

The coding process causes a stronger bit-rate reduction than the process of Chen et al, because, for example, the probability of the event, in the case of which three consecutive zeros with subsequent coefficients of the amount 2 occur, is different from the product of the probability with which the three consecutive zeros occur and the probability with which a coefficient of the amount 2 occurs at all.

The process described in the German patent application mentioned envisages a limitation of the two-dimensional event table or coding table in the following way: all runs of zeros with a subsequent amount of a coefficient of equal value are then viewed as one event if the length of the run of zeros is greater than eight; likewise all zero runs of the same length are then viewed as one event if the subsequent amount of a coefficient is greater than eight.

In the case of the events just enumerated - as is shown by a table in the patent application mentioned - relatively rare

events are concerned; they are thus coded with relatively long Huffman codewords. As the receiver must know the exact length of a zero run or the exact amount of a coefficient in order to decode without any loss of information, an additional codeword is appended to the Huffman codeword, from which the exact length or the exact amount or both can be taken.

Through the Huffman codeword and the additional information, a sharply-defined circumstance is coded. As the number of the bits of such a combination is also dependent upon the statistical properties of the signal, those combinations which must be available to the receiver or decoder as a whole should also be designated Huffman codewords here, so that the circumstance which forms the basis of them can be clearly recognized on the receiver side.

According to the German patent application cited, in the process the Huffman codewords defined in this sense can be up to 30 bits long. As the processing of codewords that are a maximum of 16 bits long does not make any special arrangements necessary, but is possible, for example, with a 16-bit microprocessor, the task of specifying a bit-rate reduction process of the kind mentioned at the beginning, in the case of which Huffman codewords of a maximum of 16 bits

are possible without any loss of information and without an appreciable increase in the transmission bit rate required, forms the basis of the invention.

Assuming a process of the type specified at the beginning, this task is resolved, if a sequence of signal values A, together with the preceding or following signal value, exceeds a predefined length, by this entire value sequence being broken up into sections in such a way that the length of each section lies below a predefined value and each section being allocated a Huffman codeword.

The sub-claim contains an advantageous embodiment of the invention.

The invention is supposed to be described in further detail by means of the tables and by means of an embodiment. Table I is an event table and Table II is a coding table.

The example concerns the coding of the intermediate signal occurring when video signals are processed, which consists of a sequence of digitally represented coefficients of a special two-dimensional Fourier transform of picture sections (blocks). In the serial signal, the coefficient with the value 0 occurs most frequently in uninterrupted

(finite) sequences of the entire signal. The signal values of this block are concluded by a separate signal value, which marks the end of the block.

Should an uninterrupted sequence of m zeros in the signal with subsequent coefficients of amounts n - abbreviated (m, n) - be defined as an event to be coded, a finite, but very large, two-dimensional diversity of events to be coded results, as, in practice, infinitely large amounts B of coefficients also do not occur. Consequently, also the Huffman codewords to be used are theoretically very large, in quantity and length. In order to reduce the total number of the events to be coded, in the process according to the invention it is assumed, for example, that a run of 19 zeros with subsequent coefficients of amounts 7 can be broken down into sections, of which the first represents an uninterrupted run of 16 zeros, the second an uninterrupted run of 3 zeros and the third a run with no zeros and subsequent coefficients of amounts 7. Each of these sections is now viewed as an event, which is coded by a Huffman codeword. The length of any of these sections lies below a predefinable value, which is discussed below.

Table I serves to symbolize this breaking up. In a horizontal direction, all amounts B occurring - including

the amount 0 - are shown by coefficients. In a vertical direction, the length of uninterrupted runs of coefficients with the amounts 0 - also starting from 0 - is shown.

The "event fields" entered symbolize the events (m, n), i.e. m zeros followed by a coefficient of the amount n. The event (0, 3) means, for example, that a coefficient of the amount 3 has preceded a run of length 0, which is the equivalent of saying that no coefficient of the amount 0 precedes it. Zeros standing in isolation in the signal are symbolized by the event (0, 0). The specification (3, n) inter alia signifies the event that a coefficient of the amount n follows three consecutive zeros. As the value zero is also permitted for n, the event (3, 0) signifies four consecutive zeros.

Table I contains a bold frequency polygon, which divides the event fields into two areas. The left area contains the events codable according to the invention, the right area the non-codable events. The maximum length which a section of signal values may have - it thus corresponds to a codable event - is 16; the events (0, 15), (1, 15) and (2, 15) are concerned. All other codable events correspond to signal sections which are shorter. The division into codable and non-codable events is not entirely random; the events

occurring most frequently must belong to those that are codable. The non-codable events are then broken up into codable ones. The non-codable event marked with a cross in Table I (8, 7) is, for example, broken up into the events (0, 7) and (7, 0). There are several possibilities for the breaking up; the simplest is the "projection onto the event axes" given here.

The numbers in the event fields, which belong to the codable events, signify the length - thus the number of the bits - the Huffman codewords with which the events are coded. The codewords also contain the sign of the coefficients and, if required, details regarding the size of the amount B; none of them is longer than 16 bits. When listing the Huffman codewords, it was assumed that coefficients with amounts greater than 136 do not occur.

Table II shows the exact structure of the Huffman codewords used. The first codeword constitutes the coded signal value to signify a block end, already mentioned above. The first column of Table II contains a serial number, the second column the amount B of the coefficient and the third the length of the zero sequences. The two latter details together produce the "co-ordinates" of a codable event in accordance with Table I. In the fourth column of Table II,

the codewords are given, bit by bit. The bit s signifies the sign bit, the places marked with "-" are meaningless, and, in the places marked with "+" the coded amounts of the coefficients are entered, as long as they are greater than eight. The last column once again gives the length of the Huffman codewords.

PATENT CLAIMS

1. Bit-rate reduction process when coding a signal, which consists of a run of a finite number of digitally represented signal values, and which contains a signal value A, which occurs most frequently in uninterrupted runs, whereby uninterrupted runs of signal values A with the length 0, 1, 2, etc., together with the signal value following the run or together with the signal value preceding the run, are allocated a Huffman codeword, characterized by the fact that if a sequence of signal values A together with the preceding or following signal value exceeds a predefined length, this entire value sequence is broken up into sections in such a way that the length of each section lies below a predefined value and that each section is allocated a Huffman codeword.

2. Process in accordance with Claim 1, characterized by the fact that the signal concerns a sequence of coefficients which results in accordance with the block by block cosine transform of pixels of a video signal with subsequent quantization and that the signal value A of the value is zero.

Table I

TABLE II

No. B L Codeword Length

TABLE II

(Continuation 1)

No. B L Codeword Length

TABLE II

(Continuation 2)

No. B L Codeword Length

10.09.87

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH PHD 86 336

BESCHREIBUNG

Verfahren zur Bitratenreduktion

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bitratenreduktion bei Codierung eines Signales, das aus einer Folge von digital dargestellten, endlich vielen Signalwerten besteht und das einen Signalwert A enthält, der am häufigsten in ununterbrochenen Teilfolgen vorkommt, wobei ununterbrochenen Teilfolgen von Signalwerten A mit der Länge 0, 1, 2 usw. zusammen mit dem sich den Teilfolgen sich anschließenden Signalwert oder zusammen mit dem den Teilfolgen vorangehenden Signalwert Huffman-Codeworte zugeordnet werden.

In einem Artikel von Wen-Hsiung Chen und William K. Pratt (Chen, Wen-Hsiung und Pratt, William K.: Scene Adaptive Coder. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-32, No. 3, March 1984, S. 225-232) ist eine Codierung von Videosignalen beschrieben, die das Ziel hat, mit möglichst geringer Bitrate Videobilder ausreichender Qualität zu übertragen. Die Codierung erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden gleichgroße Ausschnitte eines Videobildes, repräsentiert durch Blöcke von Abtastwerten der Bildpunkte, einer diskreten Cosinus-Transformation unterworfen. Bei dieser Transformation handelt es sich um eine spezielle flächenhafte Fourier-Transformation. Aus dem ursprünglichen Block entsteht nach der Transformation ein neuer Block von Zahlenwerten (Koeffizienten). Dieser Koeffizientenblock hat die Eigenschaft, daß ein großer Teil seiner Elemente - also ein großer Teil der Koeffizienten - nahezu Null oder exakt Null ist. Eine anschließende Quantisierung der Koeffizienten macht dann in aller Regel den überwiegenden Teil der Elemente zu Null, so daß eine darauf folgende Huffman-Codierung schon deswegen eine erhebliche Bitratenreduktion bedeuten

10.09.87

würde. Zu einer weiteren Bitratenreduktion kommen die Verfasser des oben erwähnten Artikels dadurch, daß sie das häufige Auftreten von ununterbrochenen Teilfolgen von Nullen in dem Zwischensignal, in dem die Koeffizienten seriell angeordnet sind, durch eine Huffman-Codierung ausnutzen.

Bekanntlich werden bei einer Huffman-Codierung, bei der die Codeworte unterschiedliche Länge haben, statistische Eigenschaften des zu codierenden Signales ausgenutzt. Im vorliegenden Falle heißt das insbesondere, daß untersucht wird, mit welcher Häufigkeit in dem oben erwähnten Zwischensignal Teilfolgen von Nullen mit der Länge (run-length) 1, 2, 3 usw. vorkommen. Der Teilfolge mit der größten Häufigkeit wird dann das kürzeste Huffman-Codewort zugeordnet. Der Folge mit der nächst geringeren Häufigkeit wird das nächst größere Codewort zugeordnet und sofort.

Zur Codierung des Zwischensignals werden in dem oben erwähnten Artikel zwei Huffman-Code-Tabellen benötigt. Aus einer ersten Tabelle geht hervor, wie die von Null verschiedenen (quantisierten) Koeffizienten zu codieren sind. Codiert werden nur die Beträge, weil betragsmäßig gleich große Koeffizienten auch mit der gleichen Häufigkeit vorkommen. Die Vorzeichen werden in einem gesonderten Bit übertragen. Aus einer zweiten Tabelle geht hervor, wie die run-length zu codieren ist. Damit bei der Decodierung die Codeworte der einen Tabelle von denen der anderen zu unterscheiden sind, wird für die Kennzeichnung der codierten run-lenght ein gesondertes Codewort, das sogenannte run-length prefix verwendet.

Ein verbessertes Codierungsverfahren wird in der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen P 36 31 252.5 angegeben. Nach dieser Anmeldung wird das zu codierende Signal in Ereignisse zerlegt, die durch eine zweidimen-

10.09.87

sionale Tabelle versinnbildlicht sind. In einer waagerechten Richtung sind die Beträge B der Koeffizienten, angefangen beim Betrag 1, aufgetragen und in einer senkrechten Richtung die Länge L (run-length) ununterbrochener Teilfolgen von Nullen, angefangen bei der Länge 0. Jedes zusammengesetzte durch spezielle Werte von L und B gekennzeichnete Ereignisse ist durch seine relative Häufigkeit charakterisiert; aus den relativen Häufigkeiten der Ereignisse ergibt sich dann zwangsläufig, durch welche Huffman-Codeworte ein bestimmtes Ereignis, z.B. drei aufeinanderfolgende Nullen gefolgt von einem Koeffizienten mit dem Betrage 2, zu codieren ist.

Das Codierungsverfahren bewirkt eine stärkere Bitratenreduktion als das Verfahren von Chen et al., weil z.B. die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses, bei dem drei aufeinanderfolgende Nullen mit anschließendem Koeffizienten vom Betrage 2 auftreten, verschieden ist vom Produkt der Wahrscheinlichkeit, mit der drei aufeinanderfolgende Nullen auftreten, und der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Koeffizient vom Betrage 2 überhaupt auftritt.

Das in der erwähnten deutschen Patentanmeldung beschriebene Verfahren sieht eine Begrenzung der zweidimensionalen Ereignistabelle bzw. Codierungstabelle auf folgende Weise vor: alle Teilfolgen von Nullen mit gleich großem anschließenden Betrag eines Koeffizienten werden dann als ein Ereignis angesehen, wenn die Länge der Teilfolge von Nullen größer als acht ist; ebenso werden alle Nullfolgen gleicher Länge dann als ein Ereignis angesehen, wenn der sich anschließende Betrag eines Koeffizienten größer als acht ist.

Bei den eben aufgezählten Ereignissen handelt es sich - wie eine Tabelle in der erwähnten Patentanmeldung zeigt - um relativ seltene Ereignisse; sie werden daher mit relativ langen Huffman-Codeworten codiert. Da der

10.09.87

Empfänger zur Decodierung ohne Informationsverlust die genaue Länge einer Nullfolge oder den genauen Betrag eines Koeffizienten wissen muß, wird an das Huffman-Codewort ein Zusatzcodewort gehängt, dem die genaue Länge oder der genaue Betrag oder beides zu entnehmen ist.

Durch das Huffman-Codewort und die Zusatzinformation wird ein scharf umrissener Sachverhalt codiert. Da die Anzahl der Bits derartiger Kombinationen ebenfalls von den statistischen Eigenschaften des Signals abhängig ist, sollen hier solche Kombinationen ebenfalls als Huffman-Codeworte bezeichnet werden, die als ganzes dem Empfänger bzw. Decodierer vorliegen müssen, damit der Sachverhalt, der ihnen zugrundeliegt eindeutig auf der Empfängerseite erkannt werden kann.

Die in diesem Sinne definierten Huffman-Codeworte können bei dem Verfahren nach der zitierten deutschen Patentanmeldung bis zu 30 Bit lang werden. Da die Verarbeitung von maximal 16 Bit langen Codeworten keine besonderen Einrichtungen erforderlich macht, sondern z.B. mit einem 16-Bit-Mikroprozessor möglich ist, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bitratenreduktion der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem ohne Informationsverlust und ohne nennenswerte Vergrößerung der erforderlichen Übertragungsbitrate Huffman-Codeworte von maximal 16-Bit möglich sind.

Ausgehend von einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß dann, wenn eine Teilfolge von Signalwerten A zusammen mit dem vorangehenden oder sich anschließenden Signalwert eine vorgegebene Länge überschreitet, diese gesamte Wertefolge so in Abschnitte zerlegt wird, daß die Länge eines jeden Abschnittes unter einem vorgegebenen Wert liegt, und daß jedem Abschnitt ein Huffman-Codewort zugeordnet ist.

10.04.87

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung enthält der Unteranspruch.

Anhand der Tabellen und anhand eines Ausführungsbeispieles soll die Erfindung näher erläutert werden. Die Tabelle I ist eine Ereignistabelle und die Tabelle II eine Codierungstabelle.

Bei dem Beispiel handelt es sich um die Codierung des bei der Verarbeitung von Videosignalen auftretenden Zwischensignales, das aus einer Folge von digital dargestellten Koeffizienten einer speziellen flächenhaften Fourier-Transformation von Bildausschnitten (Blöcken) besteht. In dem seriellen Signal kommt der Koeffizient mit dem Wert 0 am häufigsten in ununterbrochenen (endlichen) Teilfolgen des gesamten Signals vor. Die Signalwerte dieses Blockes werden durch einen gesonderten Signalwert abgeschlossen, der das Ende des Blockes (end of block) kennzeichnet.

Definiert man als zu codierendes Ereignis eine ununterbrochene Folge von m Nullen im Signal mit anschließendem Koeffizienten vom Betrage n - abgekürzt (m, n) - so ergibt sich eine endliche, aber eine sehr große zweidimensionale Manigfaltigkeit von zu codierenden Ereignissen, da in der Praxis auch nicht beliebig große Beträge B von Koeffizienten vorkommen. Folglich sind auch die zu verwendenden Huffman-Codeworte theoretisch nach Anzahl und Länge sehr groß. Zur Reduzierung der Gesamtzahl der zu codierenden Ereignisse wird beim erfindungsgemäßen Verfahren davon ausgegangen, daß z.B. eine Teilfolge von 19 Nullen mit anschließenden Koeffizienten vom Betrage 7 sich in Abschnitte zerlegen läßt, von denen der erste eine ununterbrochene Teilfolge von 16 Nullen, der zweite eine ununterbrochene Teilfolge von 3 Nullen ist und der dritte eine Teilfolge mit keiner Null und anschließendem Koeffizienten vom Betrage 7 darstellt. Jeder

10.09.87

dieser Abschnitte wird nun als Ereignis angesehen, das durch ein Huffman-Codewort codiert wird. Die Länge eines jeden dieser Abschnitte liegt unter einem vorgebbaren Wert, auf den weiter unten eingegangen wird.

Der Versinnbildlichung dieser Zerlegung dient die Tabelle I. In waagerechter Richtung sind alle vorkommenden Beträge B - einschließlich der Betrag 0 - von Koeffizienten aufgetragen. In senkrechter Richtung ist die Länge - ebenfalls angefangen bei 0 - von ununterbrochenen Teilfolgen von Koeffizienten mit dem Betrage 0 aufgetragen.

Die eingetragenen "Ereignisfelder" symbolisieren die Ereignisse (m, n), d.h. m Nullen gefolgt von einem Koeffizenten vom Betrage n. Das Ereignis (0, 3) z.B. bedeutet, daß einem Koeffizienten vom Betrage 3 eine Teilfolge der Länge 0 vorangegangen ist, was gleichbedeutend damit ist, daß vor ihm kein Koeffizient vom Betrage 0 steht. Isoliert stehende Nullen im Signal werden durch das Ereignis (0, 0) symbolisiert. Die Angabe (3, n) u.a. bedeutet das Ereignis, daß auf drei aufeinanderfolgende Nullen ein Koeffizient vom Betrage n folgt. Da für n auch der Wert Null zugelassen ist, bedeutet das Ereignis (3, 0) vier aufeinanderfolgenden Nullen.

Die Tabelle I enthält einen fettgedruckten Polygonzug, der die Ereignisfelder in zwei Bereiche teilt. Der linke Bereich enthält die nach der Erfindung codierbaren Ereignisse, der rechte Bereich die nichtcodierbaren Ereignisse. Die maximale Länge, die ein Abschnitt von Signalwerten haben darf - er entspricht also einem codierbaren Ereignis - ist 16; es handelt sich um die Ereignisse (0, 15), (1, 15) und (2, 15). Alle anderen codierbaren Ereignisse entsprechen Signalabschnitten, die kürzer sind. Die Einteilung in codierbare und nichtcodierbare Ereignisse ist nicht völlig willkürlich; die am häufigsten auftretenden Ereignisse müssen zu den

codierbaren gehören. Die nichtcodierbaren Ereignisse werden dann in codierbare zerlegt. Das angekreuzte nicht-codierbare Ereignis (8, 7) in Tabelle I wird z.B. in die Ereignisse (0, 7) und (7, 0) zerlegt. Für die Zerlegung gibt es mehrere Möglichkeiten; die einfachste ist die hier angegebene "Projektion auf die Ereignisachsen".

Die Zahlen in den Ereignisfeldern, die zu den codierbaren Ereignissen gehören, bedeuten die Länge - also die Anzahl der Bits - der Huffman-Codeworte, mit denen die Ereignisse codiert werden. Die Codeworte enthalten auch das Vorzeichen der Koeffizienten und gegebenenfalls Angaben über die Größe des Betrages B; keines von ihnen ist länger als 16 Bit. Bei der Aufstellung der Huffman-Codeworte wurde unterstellt, daß Koeffizienten mit Beträgen größer als 136 nicht vorkommen.

Tabelle II zeigt die genaue Struktur der verwendeten Huffman-Codeworte. Das erste Codewort stellt den codierten und oben schon erwähnten Signalwert zu Kennzeichnung eines Blockendes dar. Die erste Spalte der Tabelle II enthält eine laufende Nummer, die zweite Spalte den Betrag B der Koeffizienten und die dritte die Länge der Nullfolgen. Die beiden letzten Angaben zusammen ergeben die "Koordinaten" eines codierbaren Ereignisses nach Tabelle I. In der vierten Spalte der Tabelle II sind die Codeworte bitweise angegeben. Das Bit s bedeutet das Vorzeichenbit, die mit "-" versehenen Stellen sind bedeutungslos und in die mit "+" versehenen Stellen werden die codierten Beträge der Koeffizienten eingetragen, sofern sie größer als acht sind. Die letzte Spalte gibt noch einmal die Länge der Huffman-Codeworte wieder.

10.09.87

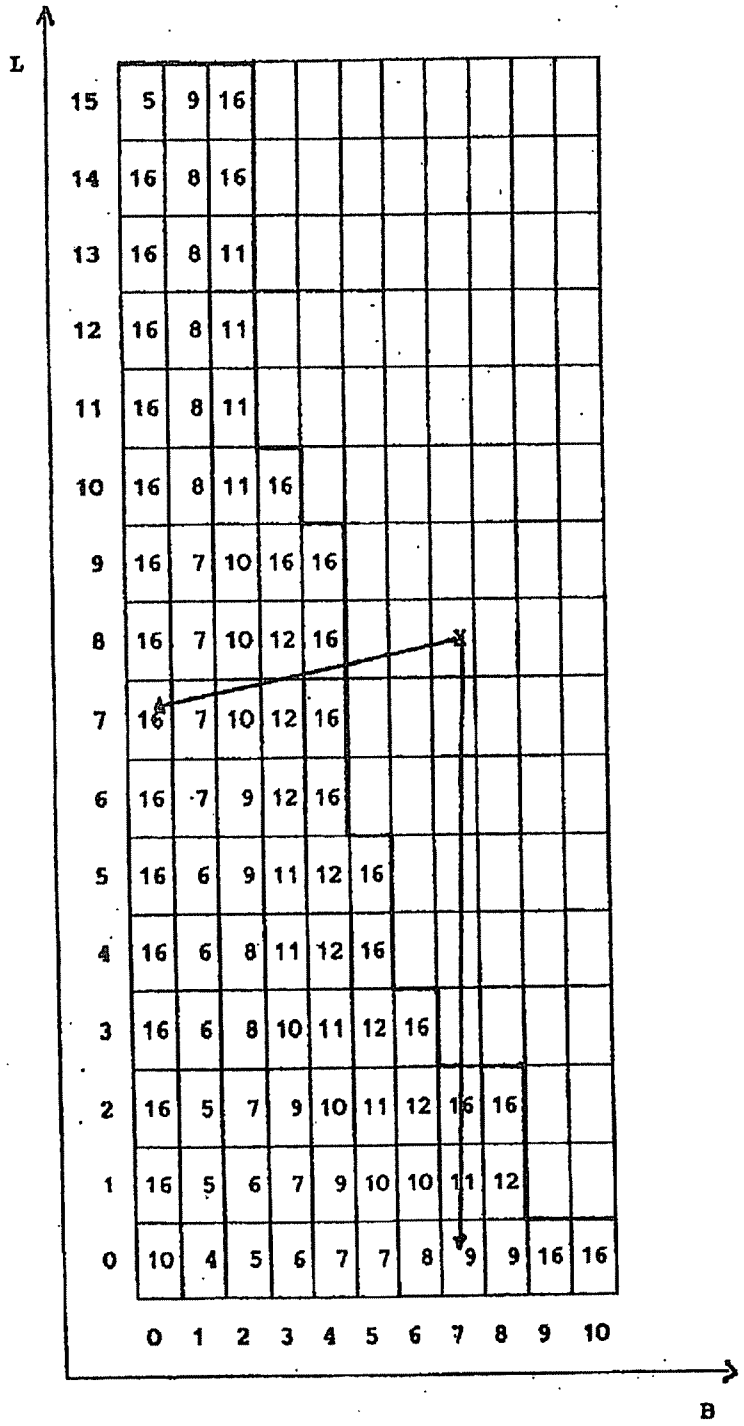
PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bitratenreduktion bei der Codierung eines Signales, das aus einer Folge von digital dargestellten, endlich vielen Signalwerten besteht und das einen Signalwert A enthält, der am häufigsten in ununterbrochenen Teilfolgen vorkommt, wobei ununterbrochenen Teilfolgen von Signalwerten A mit der Länge 0, 1, 2 usw. zusammen mit dem sich den Teilfolgen anschließenden Signalwert oder zusammen mit dem den Teilfolgen vorangehenden Signalwert Huffman-Codeworte zugeordnet werden, dadurch gekennzeichnet,
daß dann, wenn eine Teilfolge von Signalwerten A zusammen mit dem vorangehenden oder sich anschließenden Signalwert eine vorgegebene Länge überschreitet, diese gesamte Wertefolge so in Abschnitte zerlegt wird, daß die Länge eines jeden Abschnittes unter einem vorgegebenen Wert liegt, und daß jedem Abschnitt ein Huffman-Codewort zugeordnet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Signal um eine Folge von Koeffizienten handelt, die sich nach der blockweisen Cosinus-Transformation von Bildpunkten eines Videosignales mit anschließender Quantisierung ergibt, und daß der Signalwert A der Wert 0 ist.

10.09.87

Tabelle I PHD 86 336



10.09.87

TABELLE II PHD 86 336

Nr.	B	L	Codewort		Länge
1	-	-	11	(end of block)	2
2	1	0	010s		4
3	1	1	1000s		5
4	1	2	1001s		5
5	2	0	1010s		5
6	0	15	10110		5
7	1	3	10111s		6
8	1	4	01100s		6
9	1	5	01101s		6
10	2	1	01110s		6
11	3	0	01111s		6
12	1	6	001000s		7
13	1	7	001001s		7
14	1	8	001010s		7
15	1	9	001011s		7
16	2	2	001100s		7
17	3	1	001101s		7
18	4	0	001110s		7
19	5	0	001111s		7
20	1	10	0001000s		8
21	1	11	0001001s		8
22	1	12	0001010s		8
23	1	13	0001011s		8
24	1	14	0001100s		8
25	2	3	0001101s		8
26	2	4	0001110s		8
27	6	0	0001111s		8
28	1	15	00001000s		9
29	2	5	00001001s		9
30	3	2	00001010s		9
31	4	1	00001011s		9
32	7	0	00001100s		9
33	8	0	00001101s		9

10.09.87

TABELLE II PHD 86 336
(Fortsetzung 1)

Nr.	B	L	Codewort	Länge
34	2	6	00001110s	9
35	2	7	000001000s	10
36	2	8	000001001s	10
37	2	9	000001010s	10
38	3	3	000001011s	10
39	4	2	000001100s	10
40	5	1	000001101s	10
41	6	1	000001110s	10
42	0	0	0000011111	10
43	2	10	0000011110s	11
44	3	4	0000001000s	11
45	3	5	0000001001s	11
46	4	3	0000001010s	11
47	5	2	0000001011s	11
48	7	1	0000001100s	11
49	2	11	0000001101s	11
50	2	12	0000001110s	11
51	2	13	0000001111s	11
52	3	6	00000001000s	12
53	3	7	00000001001s	12
54	3	8	00000001010s	12
55	4	4	00000001011s	12
56	4	5	00000001100s	12
57	5	3	00000001101s	12
58	6	2	00000001110s	12
59	8	1	00000001111s	12
60	9	0	00001111s+++++++	16
61	0	1	00000000100000--	16
62	0	2	00000000100001--	16
63	0	3	00000000100010--	16
64	0	4	00000000100011--	16
65	0	5	00000000100100--	16

10.09.87

TABELLE II PHD 86 336

(Fortsetzung 2)

Nr.	B	L	Codewort	Länge
66	0	6	00000000100101--	16
67	0	7	00000000100110--	16
68	0	8	00000000100111--	16
69	0	9	00000000101000--	16
70	0	10	00000000101001--	16
71	0	11	00000000101010--	16
72	0	12	00000000101011--	16
73	0	13	00000000101100--	16
74	0	14	00000000101101--	16
75	2	14	00000000101110s-	16
76	2	15	00000000101111s-	16
77	3	9	00000000110000s-	16
78	3	10	00000000110001s-	16
79	4	6	00000000110010s-	16
80	4	7	00000000110011s-	16
81	4	8	00000000110100s-	16
82	4	9	00000000110101s-	16
83	5	4	00000000110110s-	16
84	5	5	00000000110111s-	16
85	6	3	00000000111000s-	16
86	7	2	00000000111001s-	16
87	8	2	00000000111010s-	16

EXHIBIT 5

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

Certificate

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH at 2000 Hamburg filed a patent application with the German Patent and Trademark Office under the designation

"bit-rate reduction process"

on May 23, 1987.

The attached papers are a true and exact reproduction of the original documents of this patent application.

The attached summary, which is to be attached to the application, but does not form part of the application, corresponds to the original filed on May 23, 1987.

The application has temporarily received the symbols H 03 M 7/40, H 04 N 7/13 and H 04 N 1/415 of the International Patent Classification at the German Patent and Trademark Office.

Filing No.: P 37 17 399.5

Munich, October 16, 1987
The President of the German Patent and Trademark Office
pp
(signed)
R. Kanvalin

SUMMARY

Bit-rate reduction process

The bit-rate reduction process described is used when coding a signal which consists of a sequence of digitally represented signal values and contains a signal value A, which occurs most often in uninterrupted runs. A first step in coding consists of each uninterrupted run of signal values A with the length 0, 1, 2, etc., together with the following signal value, being allocated a Huffman codeword.

Should the signal be structured into blocks of equal length, which advantages or disadvantages the non-transmission of the last Huffman codeword of a block has is tested. Should the advantages prevail, the last Huffman codeword is not transmitted and the testing is repeated with the preceding Huffman codeword as the last codeword.

A special case of application for the process described results when coding video signals, in particular when coding the elements of so-called coefficient blocks falling serially. A coefficient block consists of 64 elements. The signal value 0 occurs here most frequently in uninterrupted runs. Should Huffman codewords not be transmitted when

applying the procedure described, as many elements with the value zero are added into elements of the coefficient block on the receiver side when decoding the Huffman codewords received until a total of 64 results.

PHD 87-109

May 22, 1987

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH

DESCRIPTION

Bit-rate reduction process

The invention concerns a bit-rate reduction process when coding a signal, which consists of a sequence of digitally represented signal values, and which contains a signal value A, which occurs most frequently in uninterrupted run, whereby each uninterrupted run of signal values with the length 0, 1, 2, etc., together with the signal value following the run or together with the signal value preceding the run, is allocated a Huffman codeword.

Such a process is described in the German Patent Application with the filing number P 36 31 252.5. It is applied when coding video signals and serves the purpose of transmitting video pictures of sufficient quality with as low a bit rate as possible. Preferred areas of application for this are visual telephone or video conference systems.

The coding of video signals takes place in several steps (see, in this regard, for example, DE-A-36 13 343). Firstly,

sections of equal size from a video picture - represented by square blocks of sample values of the pixels - are subjected to a discrete cosine transform. This transformation concerns a special two-dimensional Fourier transform. Following the transformation, a new block of numerical values (coefficients) emerges from the original block. The number of coefficients - also known as elements of the coefficient block - is just as large as the number of sample values of pixels which are consolidated into the original block. Usually the sections from the video pictures consist of 8 x 8 blocks, i.e. they contain the sample values of 64 pixels. Correspondingly, the coefficient block also contains 64 coefficients or elements.

The coefficient block now has the property that a large proportion of its elements is virtually zero or exactly zero. A subsequent quantization of the coefficients then, as a rule, renders the majority of the elements zero, so that a Huffman coding carried out subsequently, element by element, would already for that reason represent a considerable bit-rate reduction.

Due to the frequent occurrence of the signal value zero in uninterrupted runs, a further bit-rate reduction is carried out. According to the German Patent Application 36 31 252.5,

the 64 coefficients of a block, for example, which occur as a serial intermediate signal when coding video signals, are broken down into events. Each event is marked by the length L of an uninterrupted run of zeros (run length) and the amount B differing from zero of the following coefficient.

Decisive in the cited patent application is that the length L of the runs of zeros can even accept the value zero. Should a coefficient of the amount 1 occur, for example, which is preceded by three zeros, this corresponds to the event (L=3, B=1) or abbreviated (3, 1). Should a coefficient of the amount 2 follow the coefficient with the amount 1, the occurrence of the second coefficient is characterized by the event (L=0, B=2) or (0, 2). Each event is now allocated a Huffman codeword according to its relative frequency. The sequence of coefficients of a block is thus broken up into a sequence of m events of the type

(L1, B1)
(L2, B2) (1)
...
(Lm, Bm).

How large the number m of the events is depends upon the special values of the coefficients. Should the entire

coefficient block, for example, consist of 63 zeros with following coefficients of the amount 1, it is broken down into only one event, namely (63, 1). As it can thus not be established right from the beginning, into how many events a coefficient block is broken up, already for this reason the individual blocks must be separated from one another by an "end-of-block" signal. On the receiving side, the Huffman codewords transmitted are transformed back into events, and these events, in turn, into a series of coefficients. It is known to the receiver that, for example, 64 coefficients belong to a coefficient block.

The task of specifying measures for further bit-rate reduction, without the picture quality being affected, forms the basis of the invention.

This task is resolved in a process of the type mentioned at the beginning, in that, in the case of a signal structured into blocks of equal length, what advantages and disadvantages the non-transmission of the last Huffman codeword of a block has is tested and that, if the advantages prevail, the Huffman codeword is not transmitted and the same test is repeated with the preceding Huffman codeword as the last Huffman codeword.

Advantageous embodiments of the invention can be taken from the sub-claims.

The invention is supposed to be described in further detail by means of an embodiment. In the embodiment, the signal to be coded concerns the serial run of digitally represented coefficients of a coefficient block accruing serially as an intermediate signal, as occurs with hybrid coders (see DE-A-26 13 343). For the sake of simplicity, it is assumed that 4 x 4 blocks are concerned, thus a block contains a total of 16 elements. All data belonging to a block is separated from the data of the following block by an "end-of-block" sign. This sign or the corresponding codeword is excepted from the breaking down of the signal to be coded into events.

Should the sequence of coefficients of a block in decimal construction, for example, have the form

XX 4005000050000001 XX (2),

then, according to Scheme (1), the block is broken down into the following events:

(0, 4)
(2, 5) (3)

(4, 5)

(6, 1)

So that the coefficient sequence of a block can be broken down into events according to Scheme (1) or (3) at all, the coefficients are temporarily stored prior to their further processing. The time sequence of the coefficients in the Schemes (1), (2), and (3) corresponds to the sequence of their written records (the European direction of writing being a prerequisite). The signs XX in the example according to Scheme (2) symbolize the "end-of-block" sign of the preceding block and the block represented.

The coefficients in Scheme (2) which differ from zero are all positive and represented as an integral multiple of the smallest unit, namely 1. As can be seen from Scheme (3), the last event is the event (6, 1). The Huffman codewords allocated to the events are not entered.

Now what weight the reception of the last event, namely (6, 1) of the blocks has for the receiver according to (2) is first of all tested. As a general rule from experience, in the picture coding it has transpired when coding the picture that the transmission of events with a series of more than five zeros becomes increasingly less worthwhile, the smaller

the amount of the following coefficient. Should the rule supported by experience be applied, not to transmit tested events for which L>5 and B=1, the transmission of the last event is then omitted. Thereafter, the preceding event (4, 5) is tested in accordance with the same criterion. In the example according to (2), the test is then ended for this block, as the event (4, 5) or the Huffman codeword allocated, must be transmitted.

Following the decoding of the Huffman codewords on the part of the receiver, all coefficients of the block can be retrieved in accordance with Scheme (2), up until those which belong to events not transmitted. As these, however, belong to the last coefficients of the block, as many coefficients of the amount zero are added to the decoded coefficients on the receiver side until the total number of coefficients amounts to 16.

PATENT CLAIMS

1. A bit-rate reduction process when coding a signal, which consists of a run of digitally represented signal values, and contains a signal value A, which occurs most frequently in uninterrupted runs, whereby each uninterrupted run of signal values A with the length 0, 1, 2, etc., together with the signal value following the run or together with the signal value preceding the run, is allocated a Huffman codeword,
characterized by the fact that,
in the case of a signal structured into blocks of equal length, what advantages and disadvantages the non-transmission of the last Huffman codeword of a block has is tested, and then, if the advantages prevail, the Huffman codeword is not transmitted and finally the same testing is repeated, with the preceding Huffman codeword as the last Huffman codeword.

2. Process in accordance with Claim 1,
characterized by the fact that
a tested Huffman codeword is not transmitted if the length of the associated run of signal values A exceeds a barrier dependent upon the amount of the following signal value.

3. Process in accordance with Claims 1 or 2,
characterized by the fact that
the signal concerns a series of coefficients which results in accordance with the block by block cosine transform of pixels of a video signal with subsequent quantization and that the signal value A of the value is zero.

4. Process in accordance with Claim 3,
characterized by the fact that
a tested Huffman codeword is not transmitted if the length of the associated run of zeros is greater than five and the amount of the following signal value of the smallest possible value differs from zero.

20.10.87

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Bescheinigung

Die PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH in 2000 Hamburg hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Bitratenreduktion"

am 23. Mai 1987 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die angeheftete Zusammenfassung, die der Anmeldung beizufügen, aber kein Bestandteil der Anmeldung ist, stimmt mit dem am 23. Mai 1987 eingereichten Original überein.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Symbole H 03 M 7/40, H 04 N 7/13 und H 04 N 1/415 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 16. Oktober 1987

Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

R. Konvalin

Aktenzeichen: P 37 17 399.5

29.10.87

PHD 87-109

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zur Bitratenreduktion

Das beschriebene Verfahren zur Bitratenreduktion wird bei der Codierung eines Signales eingesetzt, das aus einer Folge von digital dargestellten Signalwerten besteht und das einen Signalwert A enthält, der am häufigsten in ununterbrochenen Teilfolgen vorkommt. Ein erster Schritt der Codierung besteht darin, daß jeder ununterbrochenen Teilfolge von Signalwerten A mit der Länge 0, 1, 2 usw., zusammen mit dem sich der Teilfolge anschließendem Signalwert ein Huffman-Codewort zugeordnet wird.

Ist das Signal in gleichlange Blöcke strukturiert, so wird geprüft, welche Vorteile oder Nachteile die Nichtübertragung des letzten Huffman-Codewortes eines Blockes hat. Überwiegen die Vorteile, dann wird das letzte Huffman-Codewort nicht übertragen und die Prüfung mit dem vorangegangenen Huffman-Codewort als letztem Codewort wiederholt.

Ein besonderer Anwendungsfall für das beschriebene Verfahren ergibt sich bei der Codierung von Videosignalen, insbesondere bei der Codierung der seriell anfallenden Elemente sogenannter Koeffizientenblöcke. Ein Koeffizientenblock besteht aus 64 Elementen. Am häufigsten kommt hier der Signalwert 0 in ununterbrochenen Teilfolgen vor. Werden bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens Huffman-Codeworte nicht übertragen, so werden auf der Empfängerseite bei der Decodierung der empfangenen Huffman-Codeworte in Elemente des Koeffizientenblocks, soviele Elemente mit dem Wert Null angeführt, bis sich insgesamt 64 ergeben.

29.10.87

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH PHD 87-109

22.05.1987

BESCHREIBUNG

Verfahren zur Bitratenreduktion

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bitratenreduktion bei der Codierung eines Signales, das aus einer Folge von digital dargestellten Signalwerten besteht und das einen Signalwert A enthält, der am häufigsten in ununterbrochenen Teilfolgen vorkommt, wobei jeder ununterbrochenen Teilfolge von Signalwerten A mit der Länge 0, 1, 2 usw. zusammen mit dem sich der Teilfolge anschließenden Signalwert oder zusammen mit dem der Teilfolge vorangehenden Signalwert ein Huffman-Codewort zugeordnet wird.

Ein derartiges Verfahren ist in der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen P 36 31 252.5 beschrieben. Es wird bei der Codierung von Videosignalen angewendet und dient dem Ziel, mit möglichst geringer Bitrate Videobilder ausreichender Qualität zu übertragen. Bevorzugte Anwendungsgebiete hierfür sind Bildtelefon- oder Videokonferenzsysteme.

Die Codierung von Videosignalen erfolgt (vergleiche hierzu z.B. die DE-A-36 13 343) in mehreren Schritten. Zunächst werden gleichgroße Ausschnitte eines Videobildes - repräsentiert durch quadratische Blöcke von Abtastwerten der Bildpunkte - einer diskreten Cosinus-Transformation unterworfen. Bei dieser Transformation handelt es sich um eine spezielle flächenhafte Fourier-Transformation. Aus dem ursprünglichen Block entsteht nach der Transformation ein neuer Block von Zahlenwerten (Koeffizienten). Die Anzahl der Koeffizienten - auch Elemente des Koeffizientenblocks genannt - ist ebenso groß wie die Zahl der Abtastwerte von Bildpunkten, die zum ursprünglichen Block zu-

29.10.87

sammengefaßt sind. Gewöhnlich bestehen die Ausschnitte aus den Videobildern aus 8 x 8-Blöcken, d.h., sie enthalten die Abtastwerte von 64 Bildpunkten. Entsprechend enthält auch der Koeffizientblock 64 Koeffizienten bzw. Elemente.

Der Koeffizientenblock hat nun die Eigenschaft, daß ein großer Teil seiner Elemente nahezu Null oder exakt Null ist. Eine anschließende Quantisierung der Koeffizienten macht dann in aller Regel den überwiegenden Teil der Elemente zu Null, so daß eine darauffolgende, elementeweise vorgenommene Huffman-Codierung schon deswegen eine erhebliche Bitratenreduktion bedeuten würde.

Wegen des häufigen Auftretens des Signalwertes Null in ununterbrochenen Teilfolgen läßt sich noch eine weitere Bitratenreduktion durchführen. Nach der deutschen Patentanmeldung 36 31 252.5 werden z.B. die 64 Koeffizienten eines Blocks, die bei der Codierung von Videosignalen als serielles Zwischensignal auftreten, in Ereignisse zerlegt. Jedes Ereignis ist gekennzeichnet durch die Länge L (runlength) einer ununterbrochenen Teilfolge von Nullen und dem von Null verschiedenen Betrag B des sich anschließenden Koeffizienten.

Entscheidend in der zitierten Patentanmeldung ist, daß die Länge L der Teilfolgen von Nullen selbst den Wert Null annehmen kann. Tritt z.B. ein Koeffizient vom Betrage 1 auf, dem drei Nullen vorangehen, so entspricht dies dem Ereignis (L=3, B=1) oder kürzer (3,1). Folgt auf den Koeffizienten mit dem Betrag 1 ein Koeffizient vom Betrag 2, so wird das Auftreten des zweiten Koeffizienten durch das Ereignis (L=0, B=2) bzw. (0,2) charakterisiert. Jedem Ereignis wird nun entsprechend seiner relativen Häufigkeit ein Huffman-Codewort zugeordnet. Die Folge von Koeffizienten eines Blockes wird also in eine

29.10.87

Folge von m Ereignissen der Art

(L1, B1)
(L2, B2) (1)
...
(Lm, Bm)

aufgelöst. Wie groß die Anzahl m der Ereignisse ist, hängt von den speziellen Werten der Koeffizienten ab. Besteht der gesamte Koeffizientenblock z.B. aus 63 Nullen mit anschließendem Koeffizienten vom Betrag 1, so zerfällt er nur in ein Ereignis, nämlich (63,1). Da also von vornherein nicht feststeht, in wieviele Ereignisse ein Koeffizientenblock zerlegt wird, müssen schon aus diesem Grunde die einzelnen Blöcke durch ein "end-of-block"-Signal voneinander getrennt werden. Auf der Empfangsseite werden die übertragenen Huffman-Codeworte wieder in Ereignisse zurücktransformiert und diese Ereignisse wiederum in eine Folge von Koeffizienten. Dem Empfänger ist bekannt, daß zu einem Koeffizientenblock z.B. 64 Koeffizienten gehören.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen zur weiteren Bitratenreduktion anzugeben, ohne daß dadurch die Bildqualität in Mitleidenschaft gezogen wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß bei einem in gleichlange Blöcke strukturierten Signal geprüft wird, welche Nachteile und Vorteile die Nichtübertragung des letzten Huffman-Codewortes eines Blockes hat und daß dann, wenn die Vorteile überwiegen, das Huffman-Codewort nicht übertragen wird und die gleiche Prüfung mit dem vorangegangen Huffman-Codewort als letztem Huffman-Codewort wiederholt wird.

29.10.87

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert werden. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem zu codierenden Signal um die als Zwischensignal anfallende serielle Folge von digital dargestellten Koeffizienten eines Koeffizientenblocks, wie er bei Hybrid-Codierern (vergleiche DE-A-26 13 343) auftritt. Der Einfachheit halber ist angenommen, daß es sich um 4 x 4-Blöcke handelt, ein Block also insgesamt 16 Elemente enthält. Alle Daten, die zu einem Block gehören, sind von den Daten des nächstfolgenden Blocks durch ein "end-of-block"-Zeichen getrennt. Dieses Zeichen bzw. das entsprechende Codewort wird von der Zerlegung des zu codierenden Signals nach Ereignissen ausgenommen.

Hat z.B. die Folge von Koeffizienten eines Blocks in dezimaler Darstellung die Gesalt

XX 4005000050000001 XX (2)

so zerfällt nach dem Schema (1) der Block in folgende Ereignisse:

(0,4)
(2,5) (3)
(4,5)
(6,1).

Damit die Koeffizientenfolge eines Blocks überhaupt in Ereignisse nach dem Schema (1) oder (3) zerlegt werden kann, werden die Koeffizienten vor ihrer weiteren Verarbeitung zwischengespeichert. Die zeitliche Reihenfolge der Koeffizienten in den Schemata (1), (2), und (3) ent-

spricht der Reihenfolge ihrer schriftlichen Aufzeichnungen (europäische Schreibrichtung vorausgesetzt). Die Zeichen XX im Beispiel nach dem Schema (2) sybolisieren die "end-of-block"-Zeichen des vorangegangenen Blockes und des dargestellten Blocks.

Die von Null verschiedenen Koeffizienten im Schema (2) sind alle positiv und als ganze Vielfache der kleinsten Einheit, nämlich 1, dargestellt. Wie aus dem Schema (3) ersichtlich, ist das letzte Ereignis das Ereignis (6,1). Die den Ereignissen zugeordnete Huffman-Codeworte sind nicht eingetragen.

Nun wird zunächst geprüft, welches Gewicht für den Empfänger der Empfang des letzten Ereignisses, nämlich (6,1) des Blocks nach (2) hat. Als allgemeine Erfahrungsregel hat sich bei der Bildcodierung herausgestellt, daß die Übertragung von Ereignissen mit einer Folge von mehr als fünf Nullen immer weniger lohnend wird, je kleiner der Betrag des sich anschließenden Koeffizienten ist. Stellt man die durch die Erfahrung gestützte Regel auf, geprüfte Ereignisse, für die L>5 und B=1 ist, nicht zu übertragen, so unterbleibt die Übertragung des letzten Ereignisses. Sodann wird das vorangegangene Ereignis (4,5) nach dem gleichen Kriterium überprüft. Im Beispiel nach (2) ist dann für diesen Block die Prüfung beendet, da das Ereignis(4,5) bzw. das zugeordnete Huffman-Codewort übertragen werden muß.

Nach der Decodierung der Huffman-Codeworte auf der Empfängerseite lassen sich alle Koeffizienten des Blocks nach dem Schema (2) wiedergewinnen, bis auf diejenigen, die zu nicht übertragenen Ereignissen gehören. Da diese jedoch zu den letzten Koeffizienten des Blocks gehören, werden auf der Empfängerseite den decodierten Koeffizienten so viele Koeffizienten vom Betrag Null angefügt, bis die Gesamtzahl der Koeffizienten 16 beträgt.

29.10.87

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bitratenreduktion bei der Codierung eines Signales, das aus einer Folge von digital dargestellten Signalwerten besteht und das einen Signalwert A enthält, der am häufigsten in ununterbrochenen Teilfolgen vorkommt, wobei jeder ununterbrochenen Teilfolge von Signalwerten A mit der Länge 0, 1, 2 usw. zusammen mit dem sich der Teilfolge anschließenden Signalwert oder zusammen mit dem der Teilfolge vorangehenden Signalwert ein Huffman-Codewort zugeordnet wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem in gleichlange Blöcke strukturierten Signal geprüft wird, welche Vorteile und Nachteile die Nichtübertragung des letzten Huffman-Codewortes eines Blockes hat und daß dann, wenn die Vorteile überwiegen, das Huffman-Codewort nicht übertragen wird und anschließend die gleiche Prüfung mit dem vorangegangenen Huffman-Codewort als letztem Huffman-Codewort wiederholt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein überprüftes Huffman-Codewort nicht übertragen wird, wenn die Länge der zugehörigen Teilfolge von Signalwerten A eine vom Betrag des sich anschließenden Signalwertes abhängige Schranke übertrifft.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei dem Signal um eine Folge von Koeffizienten handelt, die sich nach der blockweisen Cosinus-Trans-

23.10.87

formation von Bildpunkten eines Videosignales mit anschließender Quantisierung ergibt und daß der Signalwert A der Wert Null ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein überprüftes Huffman-Codewort nicht übertragen wird, wenn die Länge der zugehörigen Teilfolge von Nullen größer als Fünf ist und der Betrag des sich anschließenden Signalwertes der kleinstmögliche Wert verschieden von Null ist.